

تهیه شده توسط واحد آموزش و صدور گواهینامه اپراتورهای اداره کیفیت محیطی
گروه صنعتی مه‌اب

محاسبات کلاریفایر یا زلال‌ساز

بارگیری هیدرولیکی

بارگیری مواد جامد

نگاهی اجمالی به فرمول‌های موجود

فرمول زمان ماند یا نگهداشت

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, MG} * 24}{\text{flow into Tank MGD}}$$

فرمول نرخ سرریز سطحی (SOR) یا نرخ بارگذاری سطحی (SLR)

$$SOR, \text{ gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

فرمول نرخ جریان سرریز (WOR)

$$WOR, \text{ gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

فرمول بارگیری مواد جامد

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

قبل از بررسی این فرمول‌ها باید با محاسبات مساحت و حجم آشنا شوید که در ادامه به صورت کامل این مبحث را با تمرین و مثال‌های متنوع مورد بررسی قرار خواهیم داد.

محاسبات مساحت سطح در قسمت مستطیلی

مساحت سطح بر حسب فوت مربع = طول * عرض (هر دو بر حسب فوت هستند)

مثال شماره یک

اگر یک مخزن ۱۰ فوت طول و ۵ فوت عرض داشته باشد، مساحت سطح چقدر خواهد بود؟

$$\text{مساحت سطح} = ۱۰ * ۵ = ۵۰ \text{ فوت مربع}$$

مثال شماره دو

اگر یک مخزن دارای طول ۱۰ فوت و ۶ اینچ و عرض ۵ فوت و ۹ اینچ باشد، مساحت سطح بر حسب فوت مربع چقدر است؟

شاید در ابتدا فکر کنید پاسخ این مسئله به صورت زیر است:

$$\text{مساحت سطح} = ۱۰,۶ * ۵,۹$$

اما این روند کاملاً اشتباه است؛ زیرا در ابتدا باید اینچ را به فوت تبدیل کنید که به صورت زیر خواهد بود:

$$۶ \text{ inches} = \frac{۶ \text{ inches}}{۱۲ \text{ in/ft}} = ۰,۵ \text{ ft}$$

بنابراین ۱۰ فوت و ۶ اینچ معادل با ۱۰,۵ فوت است.

$$۹ \text{ inches} = \frac{۹ \text{ inches}}{۱۲ \text{ in/ft}} = ۰,۷۵ \text{ ft}$$

بنابراین ۵ فوت و ۹ اینچ معادل با ۵,۷۵ فوت است.

جواب نهایی مثال شماره دو نیز به شکل زیر است:

$$\text{مساحت سطح} = ۱۰,۵ \text{ فوت} * ۵,۷۵ \text{ فوت} = ۵۰,۴ \text{ متر مربع (Ft}^2\text{)}$$

محاسبات کار روی کاغذهای جداگانه انجام شده و پاسخ‌های داده‌شده در صفحه بعدی هستند.

تمرین شماره یک

اگر یک کلاریفایر یا سیستم زلال‌سازی آب ۲۵ فوت طول و ۹ فوت عرض داشته باشد، مساحت سطح در فوت مربع (متر مربع) چقدر است؟

$$\text{مساحت سطح} = ۲۵ \text{ فوت} * ۹ \text{ فوت} = ۲۲۵ \text{ فوت مربع}$$

تمرین شماره دو

اگر یک کلاریفایر یا سیستم زلال‌سازی آب ۲۰ فوت و ۳ اینچ طول و ۷ فوت و ۷ اینچ عرض داشته باشد، مساحت سطح در فوت مربع (متر مربع) چقدر است؟

همانند تمرین قبلی در ابتدا اینچ را به فوت تبدیل می‌کنیم که به شکل زیر است:

$$۳ \text{ inches} = \frac{۳ \text{ inches}}{۱۲ \text{ in/ft}} = ۰,۲۵ \text{ ft}$$

بنابراین ۲۲ فوت و ۶ اینچ معادل با ۲۲,۲۵ فوت است.

$$۷ \text{ inches} = \frac{۷ \text{ inches}}{۱۲ \text{ in/ft}} = ۰,۵۸ \text{ ft}$$

بنابراین ۷ فوت و ۷ اینچ معادل با ۷,۵۸ فوت است.

جواب نهایی تمرین شماره دو نیز به شکل زیر است:

$$\text{مساحت سطح} = ۲۲,۲۵ \text{ فوت} * ۷,۵۸ \text{ فوت} = ۶۰,۴ \text{ متر مربع (Ft}^2\text{)}$$

محاسبات مساحت سطح در قسمت دایره‌ای

تعریف قطر: پاره‌خطی که از مرکز دایره می‌گذرد.

تعریف شعاع: پاره‌خطی که باعث اتصال مرکز دایره به محیط آن می‌شود. در واقع فرمول شعاع به صورت زیر است:

$$\text{شعاع} = \frac{\text{قطر}}{2}$$

تعریف محیط دایره: به فاصله دور دایره، محیط می‌گویند.

به منظور نشان دادن نسبت محیط دایره به قطر از عدد پی استفاده می‌شود که با π یا pi نشان داده می‌شود. به عبارتی:

$$\pi = \frac{\text{محیط}}{\text{قطر}}$$

برای هر دایره و در هر شرایطی عدد پی ۳,۱۴ در نظر گرفته می‌شود.

برای به دست آوردن مساحت سطح از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$\pi r^2$$

فرمول فوق به معنای عبارت روبه‌رو است: $۳,۱۴ * \text{شعاع} * \text{شعاع}$

همچنین می‌توان فرمول فوق را به دو شکل دیگر نشان داد؛ از جمله:

$$A = ۳,۱۴ * \left(\frac{D}{2}\right)^2 = ۳,۱۴ * \frac{D^2}{2^2} = \frac{3.14 * D^2}{4}$$

$$A = \frac{3.14}{4} * D^2 = ۰,۷۸۵ * D^2$$

مثال شماره یک

اگر یک تانک دارای شعاع ۱۵ فوتی باشد، مساحت سطح چقدر است؟

برای به دست آوردن مساحت سطح به شکل زیر عمل می‌کنیم:

$$SA = \pi r^2 = 3,14 * 15 \text{ ft.} * 15 \text{ ft.} = 707 \text{ ft}^2$$

مثال شماره دو

اگر یک مخزن دارای قطر ۲۵ فوتی باشد، مساحت سطح چقدر است؟

برای به دست آوردن مساحت سطح از قاعده زیر استفاده می‌کنیم:

$$SA = \pi r^2 = 3,14 * 12,5 \text{ ft.} * 12,5 \text{ ft.} = 491 \text{ ft}^2$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه انجام شده است. پاسخها در صفحات بعدی آورده شده‌اند.

تمرین شماره یک

اگر یک مخزن دارای قطر ۵۰,۵ فوتی باشد، مساحت سطح چقدر است؟

$$SA = \pi r^2 = 3,14 * 25,25 \text{ ft.} * 25,25 \text{ ft.} = 2002 \text{ ft}^2$$

تمرین شماره دو

اگر یک مخزن دارای قطر ۵۰ فوت و ۷ اینچ باشد، مساحت سطح چقدر است؟

$$7 \text{ inches} = \frac{7 \text{ inches}}{12 \text{ in/ft}} = 0,58 \text{ ft}$$

۵۰ فوت و ۸ اینچ معادل با ۵۰,۵۸ فوت است. همچنین برای به دست آوردن شعاع باید قطر را بر دو تقسیم

کنید که به شکل زیر است:

$$R = 50,58 \text{ ft} \div 2 = 25,29 \text{ ft}$$

$$SA = \pi r^2 = 3,14 * 25,29 \text{ ft.} * 25,29 \text{ ft.} = 2008 \text{ ft}^2$$

محاسبات حجم

حجم - سه بعدی

مخازن مستطیل شکل

برای محاسبه حجم برای مخازن مستطیل شکل باید طول، عرض و ارتفاع را در یکدیگر ضرب کرد. لازم به ذکر است برای نشان دادن حجم از V استفاده می‌شود:

$$V = L * W * H$$

در لیست زیر می‌توانید به اطلاعات بیشتری پی ببرید:

- V = نشان دهنده حجم است.
 - L = نشان دهنده طول است.
 - W = نشان دهنده عرض است.
 - H = نشان دهنده ارتفاع است.
-

مثال شماره یک

اگر یک مخزن دارای طول ۱۰ فوت، عرض ۵ فوت و عمق ۱۰ فوت باشد، حجم آن بر حسب فوت مکعب چقدر است؟

$$V = 10 \text{ ft} * 5 \text{ ft} * 10 \text{ ft} = 500 \text{ ft}^3$$

مثال شماره دو

اگر یک مخزن دارای طول ۲۰ فوت، عرض ۷ فوت و عمق ۵,۵ فوت باشد، حجم آن بر حسب فوت مکعب چقدر است؟

$$V = 20 \text{ ft} * 7 \text{ ft} * 5,5 \text{ ft} = 770 \text{ ft}^3$$

مثال شماره سه

اگر یک مخزن دارای طول ۲۵ فوت، عرض ۹ فوت و ۳ اینچ و عمق ۷,۵ فوت باشد، حجم آن بر حسب گالن چقدر است؟

$$V = 25 \text{ ft} * 9,25 \text{ ft} * 7,5 \text{ ft} = 1734 \text{ ft}^3$$

هر فوت مکعب برابر با ۷,۴۸ گالن است. به عبارتی:

$$7,48 \text{ gal/ft}^3$$

$$1734 \text{ ft}^3 * 7,48 \text{ gal/ft}^3 = 12,970 \text{ gallons}$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه آورده شده‌اند. پاسخ‌های داده شده را می‌توانید در صفحات بعدی ببینید.

تمرین شماره یک

اگر یک مخزن دارای طول ۲۱ فوت، عرض ۹ فوت و عمق ۷ فوت باشد، حجم آن بر حسب فوت مکعب چقدر است؟

$$V = 21 \text{ ft} * 9 \text{ ft} * 7 \text{ ft} = 1323 \text{ ft}^3$$

تمرین شماره دو

اگر یک مخزن دارای طول ۲۲ فوت، عرض ۹ فوت و عمق ۷,۵ فوت باشد، حجم آن بر حسب فوت مکعب چقدر است؟

$$V = 22 \text{ ft} * 9 \text{ ft} * 7,5 \text{ ft} = 1485 \text{ ft}^3$$

تمرین شماره سه

اگر یک مخزن دارای طول ۳۵ فوت، عرض ۱۲ فوت و ۳ اینچ و عمق ۹٫۵ فوت باشد، حجم آن بر حسب گالن چقدر است؟

$$V = 35 \text{ ft} * 12,25 \text{ ft} * 9,5 \text{ ft} = 4073 \text{ ft}^3$$

$$4073 \text{ ft}^3 * 7,48 \text{ gal/ft}^3 = 30466 \text{ gallons}$$

مخازن گرد یا استوانه‌ای شکل

حجم - سه بعدی

$$V = \pi r^2 h$$

به اطلاعات مسئله در بخش زیر توجه کنید:

عدد پی: ۳٫۱۴

r = شعاع دایره

h = ارتفاع یا عمق

مثال شماره یک

حجم مخزنی را بر حسب فوت مکعب بیابید که دارای شعاع ۱۰ فوت و عمق ۸ فوت است.

$$V = \pi r^2 h = 3,14 * 10 \text{ ft} * 10 \text{ ft} * 8 \text{ ft} = 3,14 * 800 \text{ ft}^3 = 2512 \text{ ft}^3$$

مثال شماره دو

حجم مخزنی را بر حسب فوت مکعب پیدا کنید که دارای قطر ۳۰ فوت و عمق ۸ فوت است.

$$V = \pi r^2 h = 3.14 * 15 \text{ ft} * 15 \text{ ft} * 8 \text{ ft} = 3.14 * 1800 \text{ ft}^3 = 5652 \text{ ft}^3$$

مثال شماره سه

حجم مخزنی را بر حسب گالن پیدا کنید که دارای قطر ۵۰ فوت و عمق ۹ فوت است.

$$V = \pi r^2 h = 3.14 * 25 \text{ ft} * 25 \text{ ft} * 9 \text{ ft} = 17662.5 \text{ ft}^3 * 7.48 \text{ gal/ft}^3 = 132116 \text{ gallons}$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه آورده شده‌اند. پاسخ‌های داده شده را می‌توانید در صفحات بعدی ببینید.

تمرین شماره یک

حجم مخزنی را بر حسب فوت مکعب بیابید که دارای شعاع ۲۲ فوت و عمق ۱۰ فوت است.

$$V = \pi r^2 h = 3.14 * 22 \text{ ft} * 22 \text{ ft} * 10 \text{ ft} = 3.14 * 4840 \text{ ft}^3 = 15198 \text{ ft}^3$$

تمرین شماره دو

حجم مخزنی را بر حسب فوت مکعب بیابید که دارای قطر ۲۸ فوت و عمق ۷٫۵ فوت است.

$$V = \pi r^2 h = 3.14 * 14 \text{ ft} * 14 \text{ ft} * 7.5 \text{ ft} = 3.14 * 1470 \text{ ft}^3 = 4616 \text{ ft}^3$$

تمرین شماره سه

حجم مخزنی را بر حسب گالن پیدا کنید که دارای قطر ۴۸ فوت و عمق ۷ فوت است.

$$V = \pi r^2 h = 3.14 * 24 \text{ ft} * 24 \text{ ft} * 7 \text{ ft} = 12660 \text{ ft}^3 * 7.48 \text{ gal/ft}^3 = 94700 \text{ gallons}$$

قضیه یک مخزن گرد با قسمت انتهایی مخروطی شکل به چه صورت است؟

سیلندر با انتهای مخروطی شکل

$$V_{\text{cylinder}} = \pi r^2 h_1$$

$$V_{\text{cone}} = \frac{1}{3} \pi r^2 h_2 \quad \text{یا} \quad \frac{\pi r^2 h_2}{3}$$

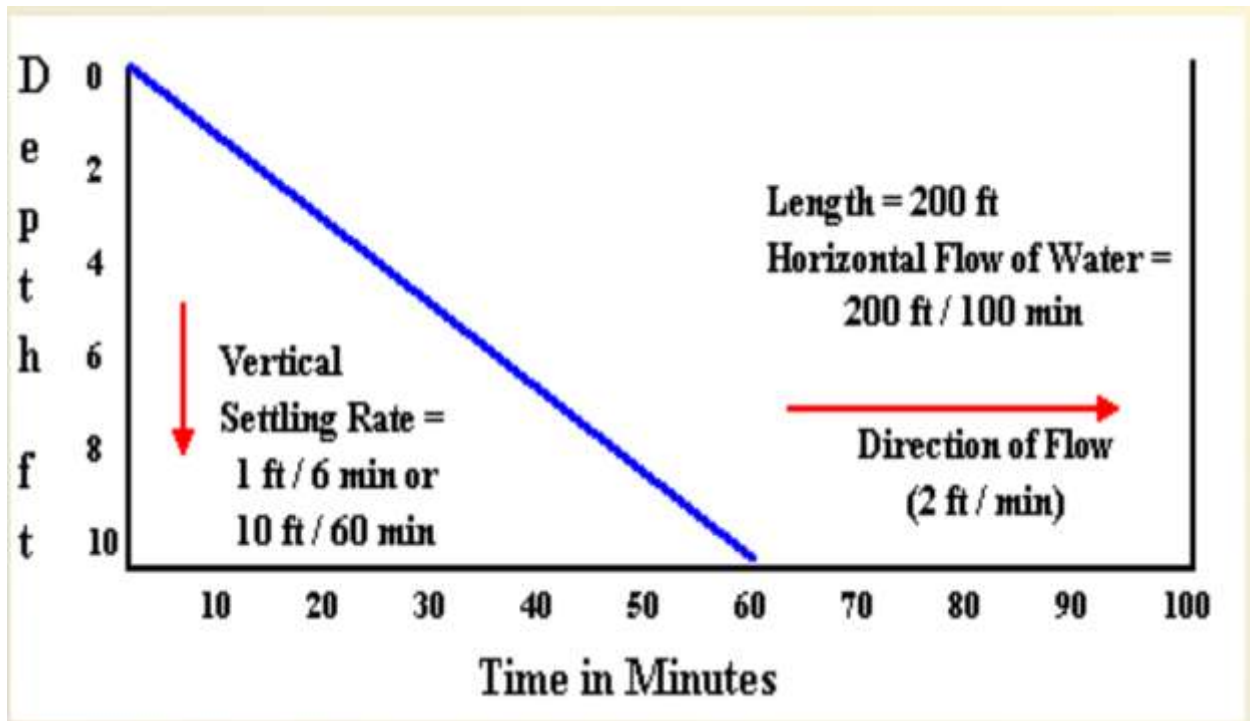
$$V_{\text{Total}} = V_{\text{cylinder}} + V_{\text{cone}}$$

برای کلاریفایرهای ثانویه حجم مخروط در نظر گرفته نشده است؛ زیرا در مقایسه با حجم کل بسیار ناچیز است.
(توسط لجن و لای پر شده است)

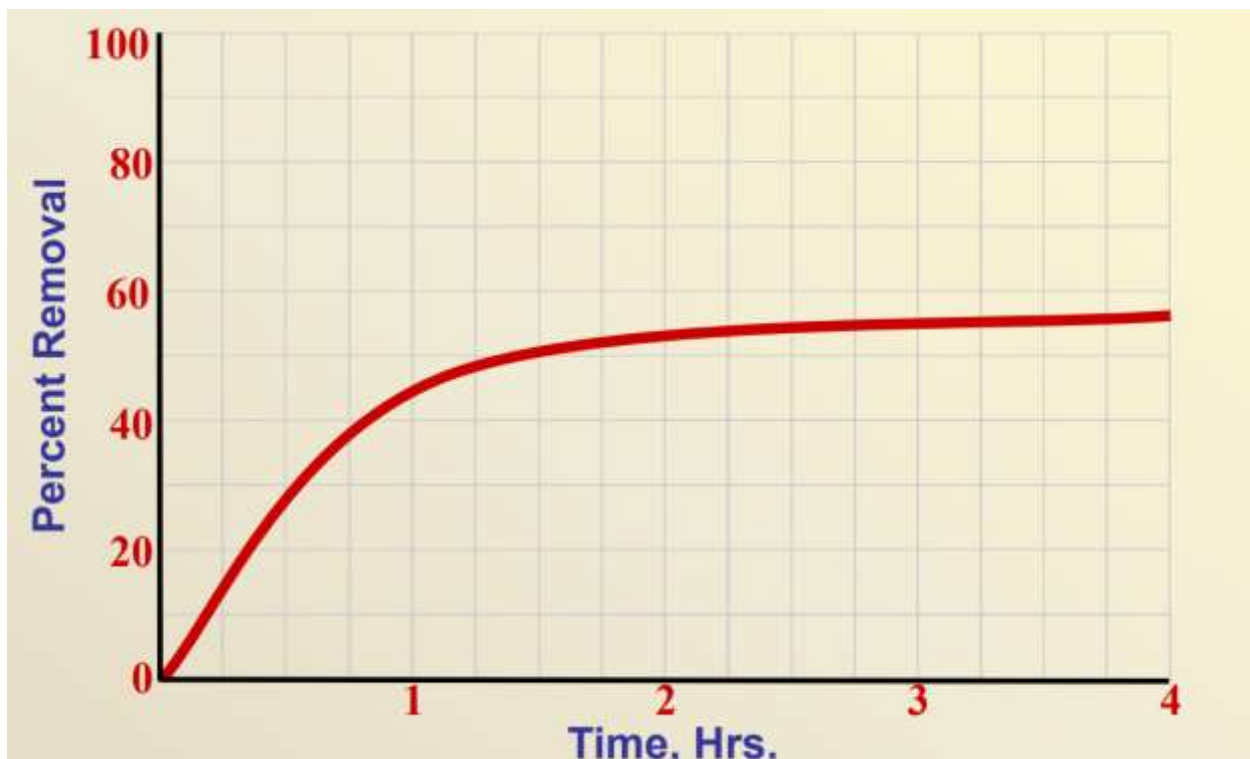
بارگیری هیدرولیک

زمان ماند یا نگهداشت (DT)

مدت زمانی که طول می کشد یک قطره آب از بخش ورودی به بخش خروجی برسد. همچنین مقدار یک طراحی معمولی از ۲ تا ۳ ساعت متغیر است. برای درک بهتر می توانید به تصویر زیر توجه کنید:



برای اینکه جامدات بتوانند مستقر شوند، باید زمان ماند یا نگهداشت به اندازه کافی وجود داشته باشد. به نمودار زیر توجه کنید:



در بالا می‌توانید نمودار راندمان ته نشینی را مشاهده کنید که محور طولی آن نشان‌دهنده زمان بر حسب ساعت و محور عرضی نشان‌دهنده درصد حذف شدن است. از آنجایی که زمان بسیار طولانی است، پس در برداشت و حذف افزایشی وجود ندارد.

در بارگیری هیدرولیک به‌منظور به دست آوردن زمان نگهداشت از فرمول زیر استفاده می‌شود:

مثال شماره یک بخش a

زمان ماند را برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای حجم ۲۵ هزار گالن باشد و هر روز جریانی به اندازه ۳۱۰ هزار گالن را دریافت می‌کند.

$$DT = \frac{\text{Volume}}{\text{flow}}$$

در فرمول بالا Volume به معنای حجم و Flow به معنای جریان است.

$$= \frac{25,000 \text{ gallons}}{310,000 \text{ gallons / day}} = 0.08 \text{ Days}$$

در راه‌حل بالا گالن در صورت و مخرج با یکدیگر ساده می‌شوند.

مثال شماره یک بخش b

زمان نگهداشت را در ساعت برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای حجم ۲۵ هزار گالن باشد و در هر روز جریانی به اندازه ۳۱۰ هزار گالن را دریافت می‌کند.

$$DT = \frac{\text{Volume}}{\text{flow}}$$

در فرمول بالا Volume به معنای حجم و Flow به معنای جریان است.

$$= \frac{25,000 \text{ gallons}}{310,000 \text{ gallons / day}} = 0.08 \text{ Days}$$

$$0.08 \text{ Days} \times 24 \text{ hours/days} = 1.9 \text{ Hours}$$

حالا می توان به شکل دیگری به این قضیه نگاه کرد:

بارگیری هیدرولیک

زمان توقف یا نگهداشت (DT)

مدت زمانی که طول می کشد یک قطره آب از بخش ورودی به بخش خروجی برسد.

$$DT = \frac{\text{Tank Volume}}{\text{flow into Tank}}$$

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, (MG or Gallons)} * 24}{\text{flow into Tank, } (\frac{MG}{D} \text{ or Gal / D})}$$

مثال شماره یک

زمان ماند یا نگهداشت در هر ساعت را برای یک مخزن تهنشینی با حجم ۷۵ هزار گالن و جریان ۹۰۰ هزار گالن در هر روز به دست بیاورید.

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, Gallons} * 24 \text{ hr/day}}{\text{flow into Tank, gallons/day}}$$

$$DT, \text{ hrs} = \frac{75,000 \text{ gallons} * 24 \text{ hr/day}}{90,000 \text{ gallons /day}} = 2 \text{ hours}$$

مثال شماره دو

زمان نگهداشت در هر ساعت را برای یک مخزن تهنشینی با حجم ۵۵ هزار گالن و جریان ۰.۷۵ MGD به دست بیاورید.

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, Gallons} * 24 \text{ hr/day}}{\text{flow into Tank, gallons/day}}$$

$$0.75 \text{ MGD} = 750,000 \text{ gal/day}$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه آورده شده‌اند. پاسخ‌های داده شده را می‌توانید در صفحات بعدی ببینید.

تمرین شماره یک

زمان نگهداشت در هر ساعت را برای یک مخزن ته‌نشینی با حجم ۵۲ هزار گالن و جریان ۵۲۰ هزار گالن در هر روز به دست بیاورید.

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, Gallons} * 24 \text{ hr/day}}{\text{flow into Tank, gallons/day}}$$

$$DT, \text{ hrs} = \frac{52000 \text{ gallons} * 24 \text{ hr/day}}{52000 \text{ gallons /day}} = 2.4 \text{ hours}$$

تمرین شماره دو

زمان نگهداشت در هر ساعت را برای یک مخزن ته‌نشینی مستطیلی شکل با حجم ۱۶۴۰۰ گالن و جریان ۰.۲۲۵ MGD به دست بیاورید.

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, Gallons} * 24 \text{ hr/day}}{\text{flow into Tank, gallons/day}}$$

$$0.225 \text{ MGD} = 220,000 \text{ gal/day}$$

$$DT, \text{ hrs} = \frac{16400 \text{ gallons} * 24 \text{ hr/day}}{220000 \text{ gallons /day}} = 1.75 \text{ hours}$$

بارگیری هیدرولیک

نرخ سرریز سطحی (SOR) یا نرخ بارگذاری سطحی (SLR)

جریان بر حسب گالن در هر روز به درون زلال‌ساز در فوت مربع از سطح

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

برای اینکه بتوان از فرمول فوق استفاده کرد، به متغیرهای مختلفی نیاز است؛ از جمله:

- جریان بر حسب گالن / روز
- مساحت سطح بر حسب فوت مربع

به فرمول‌های زیر توجه کنید:

$$\text{SA} = \text{L} * \text{W}$$

$$\text{SA} = \pi r^2$$

مثال شماره یک

نرخ جریان سطحی را برای یک کلاریفایر محاسبه کنید که دارای طول ۵۰ فوت، عرض ۱۵ فوت، عمق ۱۲ فوت است و در هر روز جریانی به اندازه ۳۳۸ هزار گالن را دریافت می‌کند.

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$\text{Surface Area, ft}^2 = 50 \text{ ft} * 15 \text{ ft} = 750 \text{ ft}^2$$

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{338,000 \text{ Gallons per day}}{750 \text{ ft}^2} = 451 \text{ gpd/ft}^2$$

مثال شماره دو

نرخ جریان سطحی را برای یک کلاریفایر محاسبه کنید که دارای قطر ۶۰ فوت است و یک جریان درون‌ریز به میزان ۱,۶۵ MGD دارد.

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$\text{Flow gallons/day} = 1.65 \text{ MGD} * 1,000,000 = 1,650,000 \text{ gallons per day}$$

$$\text{Surface Area, ft}^2 = \pi r^2 = 3.14 * 30 \text{ ft} * 30 \text{ ft} = 2826 \text{ ft}^2$$

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{1,650,000 \text{ gallons per}}{2826 \text{ ft}^2} = 584 \text{ gpd/ft}^2$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه آورده شده‌اند. پاسخ‌های داده شده را می‌توانید در صفحات بعدی ببینید.

تمرین شماره یک

نرخ جریان سطحی را برای یک کلاریفایر محاسبه کنید که دارای طول ۳۵ فوت، عرض ۹ فوت، عمق ۷ فوت است و در هر روز جریانی به اندازه ۲۳۵ هزار گالن را دریافت می‌کند.

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$\text{Surface Area, ft}^2 = 35 \text{ ft} * 9 \text{ ft} = 315 \text{ ft}^2$$

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{235,000 \text{ gallons per}}{315 \text{ ft}^2} = 746 \text{ gpd/ft}^2$$

تمرین شماره دو

نرخ جریان سطحی را برای یک کلاریفایر محاسبه کنید که دارای قطر ۴۵ فوت است و یک جریان درون‌ریز به میزان ۰,۶۵ MGD دارد.

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$\text{Flow gallons/day} = 0.65 \text{ MGD} * 1,000,000 = 650,000 \text{ gallons per day}$$

$$\text{Surface Area, ft}^2 = \pi r^2 = 3.14 * 22.5 \text{ ft} * 22.5 \text{ ft} = 1590 \text{ ft}^2$$

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{650,000 \text{ gallons per day}}{1590 \text{ ft}^2} = 409 \text{ gpd/ft}^2$$

نرخ جریان سطح

$$\text{SOR, gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

مقدار طراحی نرمال $1200 - 3000 \text{ gal / day / ft}^2$ است.

نرخ جریان سرریز (WOR)

تعریف سرریز: سازه یا ساختاری طبیعی است که برای تخلیه آب مازاد طراحی می‌شود.

جریان بر حسب گالن در روز به ازای هر فوت طولی از سرریز

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

مقدار طراحی نرمال $10,000 \text{ gal/day/ft}$ است.

بارگیری هیدرولیک - نرخ جریان سرریز (WOR)

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

مخازن مستطیلی شکل - طول سرریز بر حسب فوت

مثال شماره یک

یک کلاریفایر اولیه دارای عرض ۲۰ فوت و طول ۶۰ فوت است و روشه ۱۲ فوتی دارد. کلاریفایر دارای ۲ فرورفتگی پساب در قسمت عرض است که به آب این اجازه را می‌دهد در جهت هر دو فرورفتگی جریان پیدا کند. میانگین جریان در کلاریفایر ۰.۶۵ MGD است. نرخ جریان سرریز را برای این کلاریفایر محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Length of weir, ft} = 4 * \text{width} = 4 * 20 \text{ ft} = 80 \text{ ft}$$

مثال شماره دو

یک کلاریفایر اولیه دارای عرض ۱۲ فوت و طول ۴۰ فوت است و روشه (SWD) ۸ فوتی دارد. کلاریفایر دارای ۲ فرورفتگی پساب در قسمت عرض است که به آب این اجازه را می‌دهد در جهت هر دو فرورفتگی جریان پیدا کند. میانگین جریان در کلاریفایر ۰,۶۵ MGD است. نرخ جریان سرریز را برای این کلاریفایر محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$
$$= = \frac{۶۵۰۰۰۰ \text{ Gallons/day}}{۸۰ \text{ ft}} = ۸,۱۲۵ \text{ gal/day/ft}$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه انجام شده است. پاسخ‌ها در صفحات بعدی آورده شده‌اند.

تمرین شماره یک

یک کلاریفایر اولیه دارای عرض ۱۸ فوت و طول ۴۵ فوت است و روشه (SWD) ۹ فوتی دارد. کلاریفایر دارای ۲ فرورفتگی پساب در قسمت انتهایی است. میانگین جریان در کلاریفایر ۰,۰۸۵ MGD است. نرخ جریان سرریز را برای این کلاریفایر محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$
$$\text{Flow, gallons/day} = ۰.۰۸۵ \text{ MGD} \times ۱,۰۰۰,۰۰۰ = ۸۵,۰۰۰ \text{ gal/day}$$
$$\text{Length of Weir, ft} = \text{Width}$$
$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{۸۵,۰۰۰ \text{ Gallons/day}}{۹ \text{ ft}} = ۹,۴۴۴ \text{ gal/day/ft}$$

تمرین شماره دو

یک کلاریفایر اولیه دارای عرض ۱۲ فوت و طول ۴۰ فوت است و روشه (SWD) ۸ فوتی دارد. کلاریفایر دارای ۲ فرورفتگی پساب در قسمت عرض است که به آب این اجازه را می‌دهد در جهت هر دو فرورفتگی جریان پیدا کند. میانگین جریان در کلاریفایر ۰.۴۱ MGD است. نرخ جریان سرریز را برای این کلاریفایر محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Flow, gallons/day} = 0.41 \text{ MGD} \times 1,000,000 = 410,000 \text{ gal/day}$$

$$\text{Length of Weir, ft} = 4 \times \text{Width} = 4 \times 12 \text{ ft} = 48 \text{ ft}$$

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}} = \frac{410,000 \text{ Gallons/day}}{48 \text{ ft}} = 8,542 \text{ gal/day/ft}$$

بارگیری هیدرولیک - نرخ جریان سرریز (WOR)

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

طول سرریز برای کلاریفایر دایره‌ای چقدر است؟

محاسبه مساحت سطح برای بخش دایره‌ای

محیط = فاصله دور دایره

$$\frac{\text{محیط}}{\text{قطر}} = \frac{C}{D} = \pi = 3.14$$

$$C = \pi D$$

برای طول سرریز D نشان‌دهنده قطر است. همچنین ممکن است قطر با مخزن یکسان نباشد.

بارگیری هیدرولیک - نرخ جریان سرریز (WOR)

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

طول سرریز برای یک کلاریفایر دایره‌ای باید به درستی محاسبه شود. در ادامه یک سری از مثال‌های کاربردی را با شما به اشتراک خواهیم گذاشت.

مثال شماره یک

میزان جریان به درون یک کلاریفایر در هر روز ۶۹۰ هزار گالن است. قطر کلاریفایر ۲۴ فوت است و دارای مجموعه‌ای از سرریزها با فاصله یک فوتی از دیوار برای یک سرریز با قطر ۲۲ فوتی است. نرخ جریان سرریز را محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Length of Weir, ft} = \pi \times \text{Weir Diameter} = 3.14 \times 22 \text{ ft} = 69.08 \text{ ft}$$

$$\text{WOR, gpd/ft} = \frac{690,000 \text{ gpd}}{69.08 \text{ ft}} = 9988 \text{ gpd/ft}$$

مثال شماره دو

جریان به داخل یک سرریز ۱.۶۵ MGD است. قطر کلاریفایر ۶۰ فوت است و دارای مجموعه‌ای از سرریزها با فاصله یک فوتی از دیوار است. نرخ جریان سرریز را محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Length of Weir, ft} = \pi \times \text{Weir Diameter} = 3.14 \times 58 \text{ ft} = 182 \text{ ft}$$

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{1,650,000 \text{ gpd}}{182 \text{ ft}} = 9,066 \text{ gpd/ft}$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه انجام شده است. پاسخ‌ها در صفحات بعدی آورده شده‌اند.

تمرین شماره یک

جریان به داخل یک سرریز ۰,۸۰ MGD است. قطر کلاریفایر ۳۰ فوت است و دارای مجموعه‌ای از سرریزها با فاصله یک فوتی از دیوار است. نرخ جریان سرریز را محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Length of Weir, ft} = \pi \times \text{Weir Diameter} = 3.14 \times 28 \text{ ft} = 88 \text{ ft}$$

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{800,000 \text{ gpd}}{88 \text{ ft}} = 9091 \text{ gpd/ft}$$

تمرین شماره دو

جریان به داخل یک سرریز ۱,۴ MGD است. قطر کلاریفایر ۵۴ فوت است و دارای مجموعه‌ای از سرریزها با فاصله یک فوتی از دیوار است. نرخ جریان سرریز را محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Length of Weir, ft} = \pi \times \text{Weir Diameter} = 3.14 \times 52 \text{ ft} = 163 \text{ ft}$$

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{1,400,000 \text{ gpd}}{163 \text{ ft}} = 8589 \text{ gpd/ft}$$

تمرین شماره سه

جریان به داخل یک سرریز ۲,۱ MGD است. قطر کلاریفایر ۷۵ فوت است و دارای مجموعه‌ای از سرریزها با فاصله ۱۸ اینچی از دیوار است. نرخ جریان سرریز را محاسبه کنید.

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

$$\text{Length of Weir, ft} = \pi \times \text{Weir Diameter} = 3.14 \times 72 \text{ ft} = 226 \text{ ft}$$

$$\text{WOR, gal/d/ft} = \frac{2,100,000 \text{ gpd}}{226 \text{ ft}} = 9292 \text{ gpd/ft}$$

بارگیری مواد جامد – نرخ بارگیری مواد جامد (SLR)

مواد جامد موجود در بازدهی و راندمان کلاریفایر در هر روز به ازای هر فوت مربع از مساحت سطح (مواد جامد به پوند بیان می‌شوند).

فرمول این فرایند به شکل زیر است:

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

اگر به مخرج فرمول فوق توجه کنید، متوجه شباهت محاسبه‌ای آن با بارگذاری هیدرولیکی خواهید شد.

$$SA = L * W$$

$$SA = \pi r^2$$

مخرج فرمول بالا یعنی $Surface Area, ft^2$ را باید به معادله پوند تبدیل کنیم که به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{Conc. x Flow (or Volume) x } 8.34 \text{ Lbs/gallon}$$

غلظت مواد داخل آب * مقدار مواد داخل آب * وزن آب

جریان (حجم) و غلظت باید در واحدهای مشخص بیان شوند.

جریان یا حجم باید به صورت میلیون ها گالن بیان شود:

$$= \frac{\text{Gallons}}{1,000,000 \text{ gal/MG}} = \text{MG}$$

مثال

یک مخزن تشکیل شده از ۱,۱۲۵,۰۰۰ گالن آب است. چند میلیون گالن وجود دارد؟

$$\frac{\text{Gallons}}{1,000,000 \text{ gal/MG}} = 1,125 \text{ MG}$$

غلظت باید به صورت قسمتهایی از هر میلیون بیان شود.

غلظت معمولاً به صورت میلی گرم در لیتر گزارش می‌شود. این واحد معادل ppm است.

$$\frac{1 \text{ mg}}{\text{Liter}} = \frac{1 \text{ mg}}{1,000 \text{ grams}} = \frac{1 \text{ mg}}{1,000,000 \text{ mg}} = \text{ppm}$$

$$\text{.ppm} = \frac{\text{Parts}}{\text{Mil Parts}} = \frac{\text{Lbs.}}{\text{Mil Lbs.}}$$

وقتی جریان یا حجم با MG یا conc. نشان داده شود، یعنی به ppm است. تغییر واحد به گونه‌ای انجام می‌شود تا فقط پوند باقی بماند.

Lbs. =

Concentration x Flow (or volume) x ۸,۳۴ lbs/gallon

در فرمول فوق Concentration به معنای غلظت و Flow نیز به معنای جریان است. در تصویر زیر می‌توانید با نحوه ساده شدن یک‌ها آشنا شوید:

$$\frac{\cancel{\text{Lbs.}}}{\cancel{\text{M}} \cancel{\text{Lbs.}}} \times \cancel{\text{M}} \cancel{\text{gal}} \times \frac{\cancel{\text{Lbs.}}}{\cancel{\text{gal}}} = \text{Lbs.}$$

اگر نرخ جریان در واحد M gal per day وارد شود، در آن صورت جواب به صورت lbs/day خواهد بود.

مثال

غلظت ورودی به یک کلاریفایر ۱,۲ MGD بوده و غلظت مواد جامد معلق در جریان نیز ۲۵۰۰ mg/L است. در هر روز چه پوند از مواد معلق وارد کلاریفایر می‌شود؟

$$\text{Lbs/day} = \text{conc. (mg/L)} \times \text{flow (MGD)} \times \frac{8.34 \text{ Lbs}}{\text{gal}}$$

$$\text{Lbs/day} = 2500 \text{ mg/L} \times \frac{1,200,000 \text{ gal/day}}{1,000,000 \text{ gal/MG}} \times \frac{8.34 \text{ Lbs}}{\text{gal}} = 2500 \times 1.2 \times 8.34 = 25,020 \text{ Lbs/day}$$

مثال شماره یک

نرخ بارگیری مواد جامد را برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای قطر ۵۰ فوت و عمق ۱۲ فوت است. غلظت مواد جامد معلق ۱۸۰۰ mg/L است و جریان ۲,۴ MGD را دریافت می کند.

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$\text{Solids, lbs/day} = 1800 \text{ mg/L} \times 2.4 \text{ MGD} \times 8.34 \text{ lbs/gal} = 36,029 \text{ lbs/d}$$

$$SA = 3.14 \times 25 \text{ ft} \times 25 \text{ ft} = 1962.5 \text{ ft}^2$$

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{36,029 \text{ lbs/day}}{1962.5 \text{ ft}^2} = 18.4 \text{ lbs/d/ft}^2$$

مثال شماره دو

نرخ بارگیری مواد جامد را برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای قطر ۳۱ فوت و عمق ۹ فوت است. غلظت مواد جامد معلق ۲۶۰۰ mg/L است و جریان ۷۵۰ هزار گالن در روز را دریافت می کند.

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$\text{Solids, lbs/day} = 2600 \text{ mg/L} \times 0.75 \text{ MGD} \times 8.34 \text{ lbs/gal} = 16,263 \text{ lbs/d}$$

$$SA = 3.14 \times 15.5 \text{ ft} \times 15.5 \text{ ft} = 754 \text{ ft}^2$$

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{16,263 \text{ lbs/day}}{754 \text{ ft}^2} = 21.6 \text{ lbs/d/ft}^2$$

محاسبات کار روی کاغذ جداگانه انجام شده است. پاسخها در صفحات بعدی آورده شده اند.

تمرین شماره یک

نرخ بارگیری مواد جامد را برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای عرض ۱۲ فوت و طول ۵۰ فوت است. غلظت مواد جامد معلق ۳۴۰۰ mg/L است و جریان ۶۰۰ هزار گالن در روز را دریافت می کند.

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$3400 \text{ mg/L} \times 0.6 \text{ MGD} \times 8.34 \text{ lbs/gal} = 17014 \text{ lbs/d}$$

$$SA = 12 \text{ ft} \times 50 \text{ ft} = 600 \text{ ft}^2$$

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{17014 \text{ lbs/day}}{600 \text{ ft}^2} = 28.4 \text{ lbs/d/ft}^2$$

تمرین شماره دو

نرخ بارگیری مواد جامد را برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای شعاع ۲۲ فوت و عمق ۸٫۵ فوت است. غلظت مواد جامد معلق ۳۴۰۰ mg/L است و جریان ۱۴۵۰۰۰۰ گالن در روز را دریافت می‌کند.

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$3400 \text{ mg/L} \times 1.45 \text{ MGD} \times 8.34 \text{ lbs/gal} = 41116 \text{ lbs/d}$$

$$SA = 3.14 \times 22 \text{ ft} \times 22 \text{ ft} = 1520 \text{ ft}^2$$

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{41116 \text{ lbs/day}}{1520 \text{ ft}^2} = 27.1 \text{ lbs/d/ft}^2$$

تمرین شماره سه

نرخ بارگیری مواد جامد را برای کلاریفایری محاسبه کنید که دارای قطر ۲۲ فوت و عمق ۷ فوت است. غلظت مواد جامد معلق ۱۹۵۰ mg/L است و میزان ۰٫۸۲ MGD از جریان را دریافت می‌کند.

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

$$1950 \text{ mg/L} \times 0.82 \text{ MGD} \times 8.34 \text{ lbs/gal} = 13336 \text{ lbs/d}$$

$$SA = 3.14 \times 11 \text{ ft} \times 11 \text{ ft} = 380 \text{ ft}^2$$

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{13336 \text{ lbs/day}}{380 \text{ ft}^2} = 35.1 \text{ lbs/d/ft}^2$$

به طور کلی مقدار طراحی معمولی $25 - 30 \text{ lbs/d/ft}^2$ است.

محاسبات بارگیری کلاریفایر

فرمول زمان ماند یا نگهداشت

$$DT, \text{ hrs} = \frac{\text{Tank Volume, MG} * 24}{\text{flow into Tank MGD}}$$

به طور کلی مقدار طراحی معمولی ۲ تا ۳ ساعت است.

فرمول نرخ سرریز سطحی (SOR) یا نرخ بارگذاری سطحی (SLR)

$$SOR, \text{ gpd/ft}^2 = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

به طور کلی مقدار طراحی معمولی $400 - 800 \text{ gal/d/ft}^2$ است.

فرمول نرخ جریان سرریز (WOR)

$$WOR, \text{ gal/d/ft} = \frac{\text{flow, Gallons/day}}{\text{Length of weir, ft}}$$

مقدار طراحی نرمال $10,000 \text{ gal/day/ft}$ است.

فرمول بارگیری مواد جامد

$$SLR, \text{ lbs/d/ft}^2 = \frac{\text{Solids, lbs/day}}{\text{Surface Area, ft}^2}$$

به طور کلی مقدار طراحی معمولی $25 - 30 \text{ lbs/d/ft}^2$ است.

تهیه شده توسط واحد آموزش و صدور گواهینامه اپراتورهای

اداره کیفیت محیطی گروه صنعتی مهاب